

KINERJA KOAGULAN UNTUK PENGOLAHAN AIR LIMBAH INDUSTRI PENGOLAHAN KAYU

KETUT SUMADA

Jurusan Teknik Kimia

Universitas Pembangunan Nasional (UPN) “Veteran” Jawa Timur

email : ketutaditya@yaoo.com

Abstrak

Air limbah industri pengolahan kayu mengandung COD (chemical oxygen demand) 9.500 mg/l, BOD (biological oxygen demand) 4.800 mg/l, and pH : 7 yang melebihi standar baku mutu air limbah, sehingga diperlukan pengolahan untuk memenuhi standar baku mutu. proses pengolahan yang dibutuhkan untuk menurunkan cod adalah pengolahan dengan menggunakan proses kimia dengan penambahan koagulan. Dalam penelitian ini, proses pengolahan air limbah dilakukan dalam tangki berpengaduk dengan operasional secara batch, jenis koagulan yang dipergunakan seperti aluminium sulfat, ferri chlorida, dan ferrosulfat dengan variasi konsentrasi 25, 50, 100, 150, dan 200 mg/l, kecepatan putaran pengaduk 100 rpm dan waktu pengadukan 15, 20, 25, 30, dan 35 menit. Hasil penelitian terbaik menunjukkan jenis koagulan terbaik adalah ferri chlorida dengan konsentrasi 200 mg/l, waktu pengadukan 35 menit, penurunan COD mencapai 98% dan BOD 95%.

Kata Kunci : air limbah, koagulan, pengaduk, BOD dan COD

1. PENDAHULUAN

Industri pengolahan kayu mempergunakan air sebagai media untuk proses pencucian, dalam proses pencucian air mengalami perubahan sifat akibat perpindahan komponen lignin dan bahan terlarut dalam kayu. Air limbah pengolahan kayu mempunyai kualitas waSrna merah, mengandung padatan tersuspensi dan terlarut baik yang bersifat organik maupun anorganik. Berdasarkan analisis laboratorium, air limbah industri pengolahan kayu mempunyai konsentrasi COD (chemical oxygen demand) : 9.500 mg/l, BOD (biological oxygen demand) : 4.800 mg/l dengan derajat keasaman (pH) : 7.

Air limbah yang dihasilkan oleh industri pengolahan kayu mempunyai konsentrasi COD dan BOD yang melebihi baku mutu yang ditetapkan yakni COD : 150 mg/l, BOD : 75 mg/l, dan pH 6-9. Air limbah ini menjadi permasalahan bagi industri pengolahan kayu jika dibuang langsung ke lingkungan (badan air penerima). Dalam rangka menghindari terjadinya pencemaran lingkungan akibat pembuangan air limbah, air limbah dengan konsentrasi polutan seperti COD dan BOD yang melebihi baku mutu diharuskan dilakukan pengolahan sebelum dibuang ke lingkungan.

Penurunan konsentrasi polutan COD dan BOD dapat dilakukan dengan proses kimia maupun biologi, dalam penelitian ini penurunan konsentrasi polutan COD dan BOD dilakukan dengan proses kimia (koagulasi/flokulasi).

Tujuan penelitian ini adalah mengkaji kinerja berbagai jenis koagulan (aluminium sulfat, ferri chlorida, dan ferro sulfat) dalam penyisihan konsentrasi COD dan BOD air limbah industri pengolahan kayu.

2. LANDASAN TEORI

2.1 KUALITAS AIR LIMBAH INDUSTRI PENGOLAHAN KAYU

Air limbah industri pengolahan kayu merupakan air limbah hasil proses pencucian kayu, berdasarkan hasil analisis laboratorium diketahui kualitas air limbah industri pengolahan kayu seperti tercantum dalam tabel 1.

Tabel 1. Kualitas Air Limbah Industri Pengolahan Kayu

Parameter	Satuan	Konsentrasi
COD	mg/l	9.500
BOD	mg/l	4.800
pH		7
Warna	Coklat tua	

Sumber : Balai besar laboratorium kesehatan surabaya

2.2. BAKU MUTU AIR LIMBAH INDUSTRI

Baku mutu air limbah industri merupakan batas maksimum air limbah yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan hidup dari suatu aktifitas. Berdasarkan surat keputusan Gubernur Jawa Timur No 45 tahun 2002, baku mutu air limbah industri ditetapkan seperti tercantum dalam tabel 2

Tabel 2. Baku Mutu Air Limbah Industri Pengolahan Kayu

Parameter	Satuan	Konsentrasi
COD	mg/l	150
BOD	mg/l	75
pH		6 - 9

Sumber : SK Gubernur Jawa Timur No 45 Tahun 2002

Berdasarkan kualitas air limbah industri pengolahan kayu dan baku mutu yang ditetapkan oleh pemerintah, maka air limbah industri pengolahan kayu harus dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan (badan air).

2.3. PENGOLAHAN AIR LIMBAH

Pengolahan air limbah bertujuan untuk menurunkan konsentrasi polutan yang terkandung dalam air limbah hingga mencapai batas yang diijinkan sesuai dengan baku mutu air limbah industri

Proses pengolahan air limbah dapat dilakukan dengan proses fisik, kimia, dan biologi. Proses fisik merupakan proses pemisahan padatan seperti pasir, plastik, kertas dan sebagainya, proses fisik dilakukan dengan unit operasi seperti screening, sedimentasi, comminutor, dan grit chamber. Proses pengolahan air limbah dengan proses kimia dilakukan dengan penambahan bahan kimia kedalam air limbah yang bertujuan untuk menurunkan konsentrasi padatan tersuspensi dan terlarut baik yang bersifat organik maupun anorganik. Unit operasi pada pengolahan secara kimia seperti koagulasi/flokulasi, netralisasi, injeksi gas (gas transfer), desinfektan, adsorpsi, pertukaran ion dan sebagainya. Proses pengolahan air limbah secara biologi merupakan proses pengolahan air limbah dengan memanfaatkan mikroorganisme untuk menguraikan dan mengoksidasi bahan organik dan biodegradable. Unit operasi pengolahan secara biologi seperti *standard activated sludge*, *contact stabilization*, *step aeration*, *extended aeration*, *oxidation ditch*, *trickling filter*, *biofilm* tercelup, *rotating biological contactor (RBC)*, *contact aeration (oxidation)* dan lainnya.

2.4. PENGOLAHAN AIR LIMBAH SECARA KIMIA

Pengolahan air limbah secara kimia dilakukan dengan penambahan bahan kimia kedalam air limbah. Proses pengolahan secara kimia biasanya dikenal dengan proses *koagulasi dan flokulasi* yang bertujuan untuk menurunkan padatan tersuspensi dan terlarut yang terkandung dalam air limbah baik yang bersifat organik maupun anorganik.

2.5. FAKTOR-FAKTOR YANG BERPENGARUH PENGOLAHAN SECARA KIMIA

Berbagai faktor yang perlu diperhatikan dalam pengolahan air limbah secara kimia khususnya dengan proses koagulasi dan flokulasi diantaranya :

- Konsentrasi padatan*, konsentrasi padatan tersuspensi dan terlarut yang terkandung dalam air limbah berpengaruh terhadap kebutuhan bahan koagulan maupun flokulan. Semakin besar konsentrasi padatan tersuspensi dan terlarut kebutuhan bahan koagulan dan flokulan semakin kecil dan sebaliknya, hal ini disebabkan pada konsentrasi padatan yang tinggi jarak antar partikel semakin dekat dan memudahkan proses penggabungan. (Eckenfelder, W, 2000)
- Derajat keasaman (pH)*, derajat keasaman (pH) air limbah mempengaruhi kinerja dari bahan koagulan, hal ini disebabkan setiap jenis koagulan bekerja efektif pada rentang pH tertentu. Koagulan aluminium sulfat bekerja efektif pada pH diatas 6, koagulan ferro sulfat pada rentang pH 4-7, koagulan ferri chlorida pada rentang pH 3-5, sedangkan senyawa polimer tidak dipengaruhi oleh pH. (Eckenfelder, W, 2000)
- Konsentrasi koagulan*, Konsentrasi koagulan akan mempengaruhi efisiensi proses pengolahan, semakin besar konsentrasi pada umumnya efisiensi proses semakin besar dan sebaliknya. Konsentrasi koagulan yang terlalu tinggi dapat menurunkan derajat keasaman (pH) dan efisiensi menjadi rendah hal ini disebabkan sebagian besar koagulan jika dimasukkan kedalam air limbah akan melepaskan sifat asam sehingga pH air limbah menjadi turun. Konsentrasi koagulan aluminium sulfat yang dianjurkan 75 – 250 mg/l, koagulan ferro sulfat dianjurkan 70 – 200 mg/l, dan koagulan ferri chlorida 35 – 150 mg/l (Eckenfelder, W, 2000)
- Kecepatan pengadukan*, Kecepatan pengadukan mempengaruhi efisiensi proses pengolahan, kecepatan putaran pengaduk yang terlalu tinggi dapat mengakibatkan pecahnya flok yang sudah terbentuk dan akan mempersulit proses sedimentasi, pada umumnya kecepatan pengadukan berkaitan dengan waktu pengadukan. Pada proses koagulasi dibutuhkan kecepatan putaran pengaduk yang tinggi tetapi waktu pengaduk yang relatif cepat (2-15 menit), sedangkan pada proses flokulasi dibutuhkan kecepatan putaran pengaduk yang rendah dan waktu pengadukan yang relatif lebih lama (20-40) menit. (Metcalf & Eddy, 2000)

3. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini, air limbah industri pengolahan kayu yang dikaji berasal dari proses pencucian kayu dari industri pengolahan kayu. Air limbah sebelum dilakukan proses pengolahan dilakukan analisis konsentrasi COD, BOD, dan pH yang bertujuan untuk mengetahui kualitas air limbah awal. Proses pengolahan air limbah secara kimia ini dilakukan dengan mempergunakan teknologi tangki berpengaduk yang dioperasikan secara batch. Peralatan tangki berpengaduk yang dipergunakan adalah “Jar Test” seperti gambar berikut.

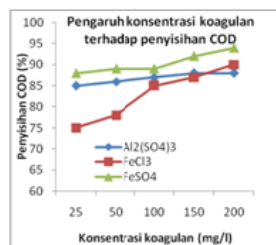


Proses pengolahan meliputi, air limbah sebanyak 1000 ml dimasukan kedalam beaker glass, ditambahkan koagulan : aluminium sulfat, ferro sulfat, dan ferri chlorida dengan konsentrasi bervariasi 25, 50, 100, 150, dan 200 mg/l, dilakukan pengadukan dengan kecepatan putaran pengaduk 100 rpm dan waktu pengadukan 15, 20, 25, 30, dan 35 menit, serta proses pengendapan selama 1 jam. Filtrat hasil pengolahan dilakukan analisis untuk mengetahui konsentrasi COD dan BOD serta pengukuran pH air limbah setelah dilakukan pengolahan. Padatan (flok) yang terbentuk dikeringkan selanjutnya dibuang

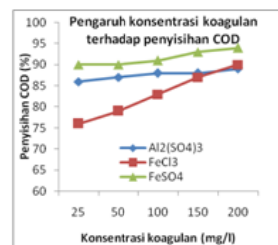
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian dengan berbagai variasi jenis koagulan, konsentrasi koagulan dan waktu pengadukan, diperoleh hasil penelitian seperti berikut.

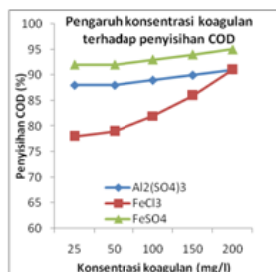
- Pengaruh jenis koagulan, konsentrasi koagulan, dan waktu pengadukan terhadap penyisihan COD seperti ditunjukkan pada grafik 1 sampai 5 seperti berikut :



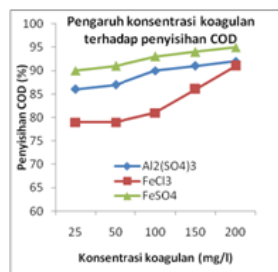
Grafik 1. Waktu pengadukan 15 menit



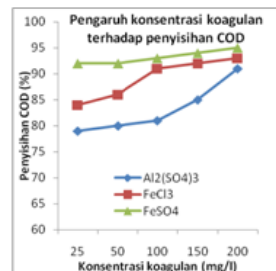
Grafik 2. Waktu pengadukan 20 menit



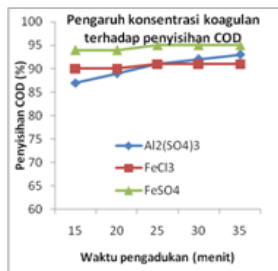
Grafik 3. Waktu pengadukan 25 menit



Grafik 4. Waktu pengadukan 30 menit



Grafik 5. Waktu pengadukan 35 menit

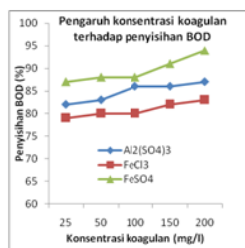


Grafik 6. Konsentrasi koagulan 200 mg/l

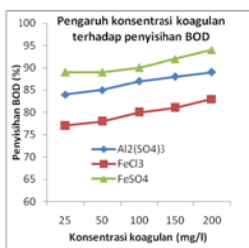
Grafik 1 sampai 5 menunjukkan pengaruh konsentrasi koagulan terhadap penyisihan COD air limbah industri pengolahan kayu untuk setiap jenis koagulan (aluminium sulfat, ferri chlorida, dan ferro sulfat) pada waktu pengadukan tertentu. Semakin besar konsentrasi koagulan yang ditambahkan, persen penyisihan COD semakin besar hal ini disebabkan semakin besar konsentrasi koagulan yang ditambahkan penggabungan partikel berlangsung lebih efektif. Pada konsentrasi 150 dan 200 mg/l perubahan penyisihan COD tidak signifikan cenderung sama, hal ini disebabkan penambahan koagulan yang terlalu besar mengakibatkan penurunan derajat keasaman (pH) sehingga koagulan tidak bekerja secara efektif dan sulit membentuk flok. Konsentrasi koagulan yang terbaik untuk penyisihan COD air limbah industri pengolahan kayu adalah 200 mg/l, waktu pengadukan 35 menit dengan persentase penyisihan COD : 93 % untuk koagulan aluminium sulfat, 91% untuk koagulan ferri chlorida, dan 95% untuk koagulan ferro sulfat.

Grafik 6 menunjukkan pengaruh waktu pengadukan terhadap penyisihan COD pada berbagai jenis koagulan dengan konsentrasi koagulan 200 mg/l, grafik 6 menunjukkan bahwa semakin lama waktu pengadukan kenaikan penyisihan COD tidak signifikan hal ini disebabkan karena waktu koagulasi yang efektif berkisar 2 – 15 menit.

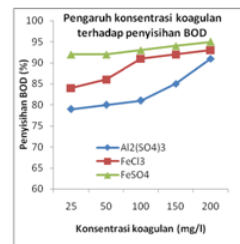
- b. Pengaruh jenis koagulan, konsentrasi koagulan, dan waktu pengadukan terhadap penyisihan BOD seperti ditunjukkan pada grafik 7 sampai 12 seperti berikut :



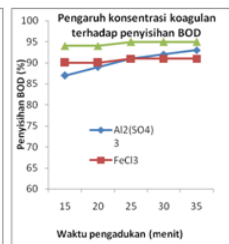
Grafik 7. Waktu pengadukan 15 menit



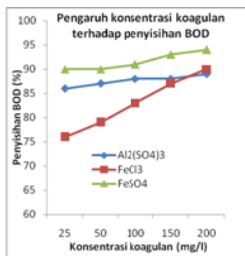
Grafik 8. Waktu pengadukan 20 menit



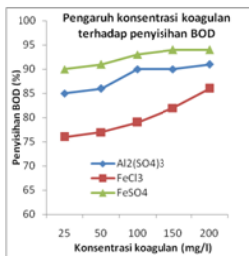
Grafik 11. Waktu pengadukan 35 menit



Grafik 12. Konsentrasi koagulan 200 mg/l



Grafik 9. Waktu pengadukan 25 menit



Grafik 10. Waktu pengadukan 30 menit

Grafik 7 sampai 11 menunjukkan pengaruh konsentrasi koagulan terhadap penyisihan BOD air limbah industri pengolahan kayu untuk setiap jenis koagulan (aluminium sulfat, ferri chlorida, dan ferro sulfat) pada waktu pengadukan tertentu. Semakin besar konsentrasi koagulan yang ditambahkan, persen penyisihan BOD semakin besar hal ini disebabkan semakin besar konsentrasi koagulan yang ditambahkan penggabungan partikel berlangsung lebih efektif. Pada konsentrasi 150 dan 200 mg/l perubahan penyisihan BOD tidak signifikan cenderung sama, hal ini disebabkan penambahan koagulan yang terlalu besar mengakibatkan penurunan derajat keasaman (pH) sehingga koagulan tidak bekerja secara efektif dan sulit membentuk flok. Konsentrasi koagulan yang terbaik untuk penyisihan BOD air limbah industri pengolahan kayu adalah 200 mg/l, waktu pengadukan 35 menit dengan persentase penyisihan BOD : 92 % untuk koagulan aluminium sulfat, 89% untuk koagulan ferri chlorida, dan 95% untuk koagulan ferro sulfat.

Grafik 12 menunjukkan pengaruh waktu pengadukan terhadap penyisihan BOD pada berbagai jenis koagulan dengan konsentrasi koagulan 200 mg/l, grafik 6 menunjukkan bahwa semakin lama waktu pengadukan kenaikan penyisihan BOD tidak signifikan hal ini disebabkan karena waktu koagulasi yang efektif berkisar 2 – 15 menit.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan beberapa hal diantaranya :

1. Jenis koagulan terbaik yang dipergunakan dalam pengolahan air limbah industri pengolahan kayu adalah koagulan ferro sulfat
2. Konsentrasi ferrosulfat : 200 mg/l
3. Waktu pengadukan 35 menit
4. Penyisihan COD : 95% dan BOD : 95%
5. Derajat keasaman air limbah (pH) : 6.
6. Kualitas air limbah konsentrasi COD : 475 mg/l dan BOD : 240 mg/l



5.2. Saran

Air limbah industri pengolahan kayu hasil pengolahan masih mengandung COD sebesar 475 mg/l dan BOD 240 mg/l hal ini masih diatas baku mutu yang ditetapkan sehingga disarankan untuk melakukan proses pengenceran terlebih dahulu atau menggunakan proses pengolahan secara biologi setelah proses kimia.

DAFTAR PUSTAKA

Eckenfelder W. Wesley, (2000), *“Industrial Water Pollution Control”* Mc. Graw Hill

Metcalf & Eddy, (1985), *“Wastewater Engineering Treatment Disposal Reuse”*, Tata Mc Graw Hill, New Delhi

Montgomery J M, (1985), *“Water Treatment Principle and Design”*, John Wiley and Son, Kanada

Reynold, Tom D, (1982), *“Unit Operation and Processes In Environment Engineering”*, Wadsworth Inc, California

SK Gubernur , (2002), *“Baku Mutu Limbah Cair Bagi Industri atau Kegiatan Usaha Lainnya di Jawa Timur”*, SK Gubernur Jawa Timur No 45